Theory of Machanics

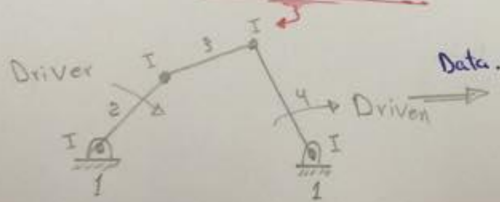
7/10/2015

- General structural Formula for determining The number degrees of Freedom in plan Mechanism.

* Degrees of Freedom = DoF = $w = 3(n-1) - 2P_1 - P_2$

- n → Total number of links.
- P_1 → Total number of lower pairs.
- P_2 → Total number of higher pairs.

Ex 1: Four bar mechanism.



Data. ⟹

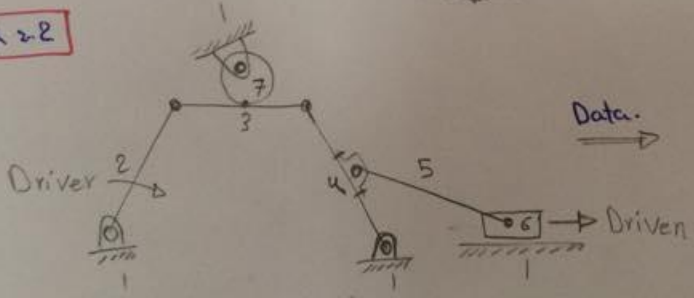
Number of links = 4 links. (n)

Number of pairs = 4 Pairs. → lower pairs. (P_1)

Number of Higher pairs (P_2) = 0 pairs

→ DoF = 3 (4-1) - 2*4 - 0 = 1 F

Ex 2:



Data. ⟹

$n = 7$ links

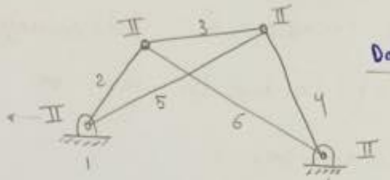
$P_1 = 8$ L.Ps.

$P_2 = 1$ H.Ps.

→ DoF = 3 (7-1) - 2*8 - 1 = 1

b

Ex: 3



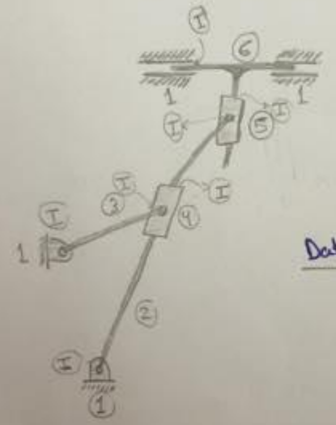
at joint
→ Pairs = links − 1

Data. →
$n = 6$ links.
$P_1 = 8$ L.Ps.
$P_2 = 0$ H.Ps.

→ $Dof = 3(6-1) - 2*8 - 0 = -1$

← السالب يدل على أن الجسم structural
أي الجسم لا يتحرك عند التأثير عليه بقوة .

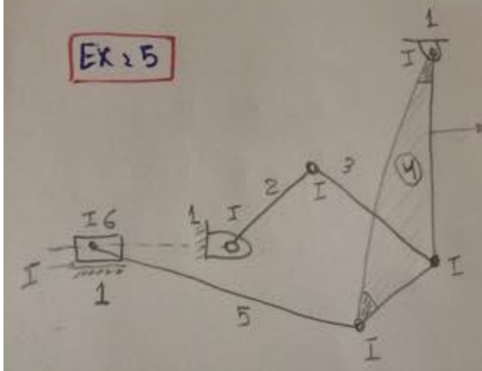
Ex: 4



Data. →
$n = 6$ links.
$P_1 = 7$ Pairs. → L.Ps.
$P_2 = 0$

→ $Dof = 3(6-1) - 2*7 - 0 = 1^{\circ}f$

Ex: 5



المثلث بأكمله
يعامل كـ link واحد
فقط .

$n = 6$ links
$P_1 = 7$ L.Ps (6 T.Ps. + 1 S.Ps.)
$P_2 = 0$ H.Ps

→ $Dof = 3(6-1) - 2*7 - 0 = 1^{\circ}f$

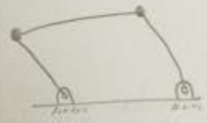
* **Mobility = DoF**

* **Joint** → A group of bodies and pairs connected at the same time. → $P = L_{(on)} - 1$

* **Kinematic chain** :-

→ A group of links connected by means of pairs as shown in figure.

* **Mechanism** :- A group of links connected together to perform a certain motion.



* **Machine** :- A group of bodies connected together to perform work.

* **Structure** :- It is an assemblage of a number of members which have no relative motion.

* **Inversions** :- It is created by grounding a different link in a kinematic chain.

d

Motion of Mechanisms

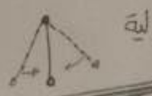
Mechanics

- Statics
  - ↓ structure
  - بحيث
  - (DoF = 0)
- Dynamics
  - Kinematics.
    - → Position
    - → Displacement
    - → Velocity
    - → acceleration
    - ↓ Mechanisms
  - Kinetics.
    - → Mass
    - → Force
    - ↓ Machines

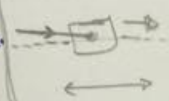
Motion

- Irregular (variable) motion. — غير منتظمة / متغيرة
  - ↓ حيث
  - $V \neq$ Const,
  - $a \neq$ Zero.
- Regular (constant) motion. — حركة منتظمة أو ثابتة
  - ↓ حيث
  - V = Const. السرعة
  - $a = A$ = Zero. العجلة
- Rotary motion. — الحركة الدوارة.

- Oscillatory motion. — حركة بندولية



- Linear M. — خطية
  - Displacement (mt), Velocity (m/s), acceleration (m/s²)
- Anaulas M. — حركة دائرية
  - ↓ تقاس بـ
  - Degrees , Radians. π
- Reciprocating Motion — حركة ترددية طولية



Motion

S	$\rightarrow \theta$
V	$\rightarrow \omega$
a	$\rightarrow \alpha$
t	$\rightarrow t$

Linear M.

⊖ ↑ الحركة الى أعلى

↓ الحركة الى أسفل ⊕

$$V = V_0 \pm at$$

المتغيرات ← (v, v_0, a, t)

الإزاحة. ← $$S = V_0 t \pm \frac{1}{2} a t^2 .$$

$$v^2 = V_0^2 \pm 2aS$$

Angular M.

$$\omega = \omega_0 \pm \alpha t$$

$$\theta = \omega_0 t \pm \frac{1}{2} \alpha t^2$$

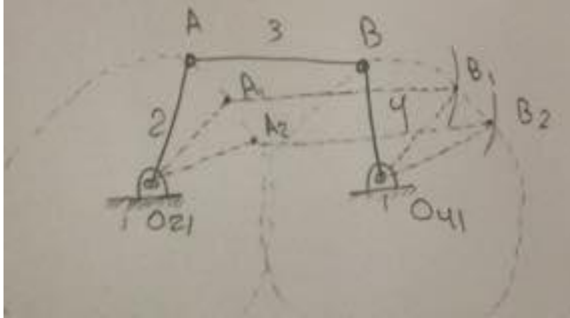
$$\omega^2 = \omega_0^2 \pm 2\alpha\theta$$

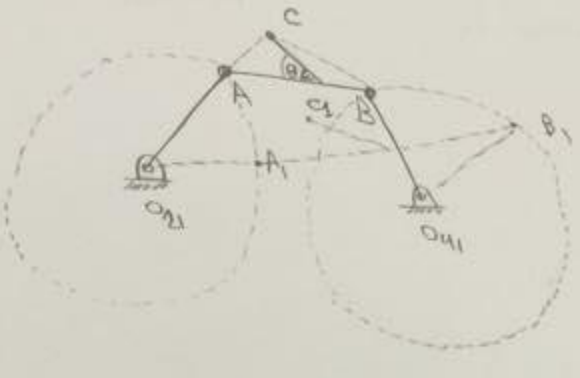
* ← يتم تطبيق هذه القوانين في حالة (Variable Motion).

* عندما يوجد عجلة إما تزايدية أو تناقصية.

Motion of Mechanism

- Graphical Method
- Analytical Method.

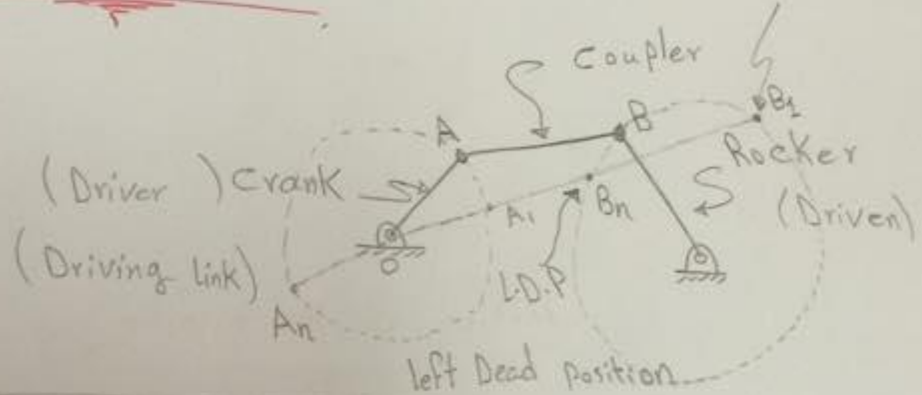




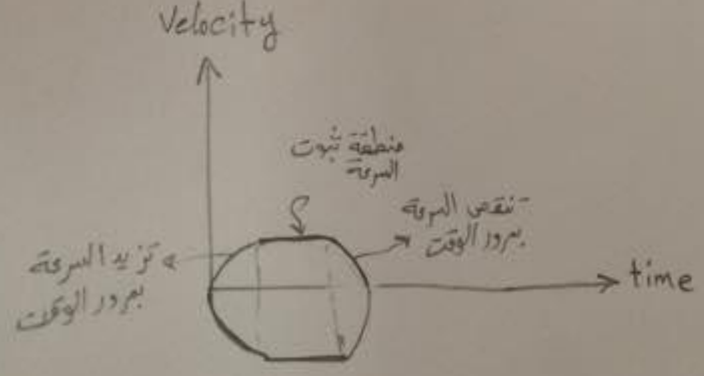
Ex2

Motion of Mechanisms.

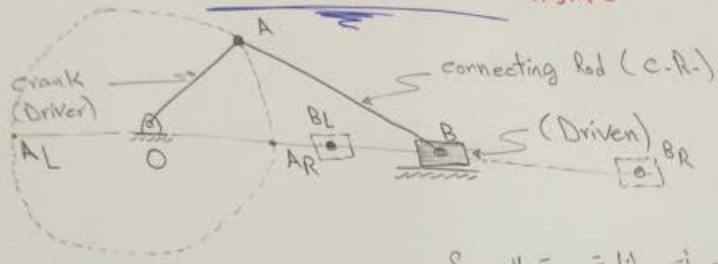
Four-bar Mechanism.



* من الممكن يكون موضع كل من O ، A_1 ، B_1 على استقامة واحدة.
* وكذلك قد يحدث A_n ، B_n ، O أن يكونوا على استقامة واحدة.



* slider - crank Mechanism :-



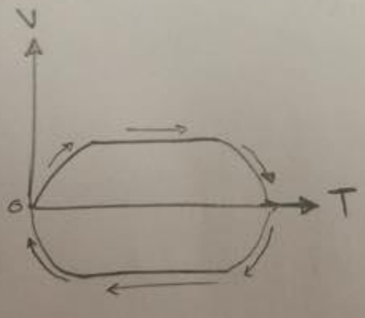
* متى يكون slider crank أقصى إزاحة جهة اليمين؟

← عندما يكون كل من النقطة O، A_R، B_R على استقامة واحدة جهة اليمين.

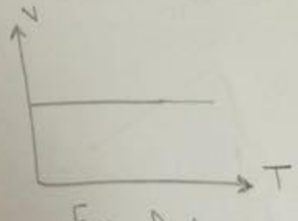
والعكس جهة اليسار. ← تكون أقصى إزاحة جهة اليسار

← فتكون المسافة التي يتحرك فيها slider crank، أو أكبر إزاحة يمكن أن يصنعها slider crank.

هي المسافة $\overline{B_R B_L}$ (stroke) وتسمى تلك المسافة (stroke) وتساوي طول قطر الدائرة التي يصنعها (crank) وهي $\overline{A_L A_R}$

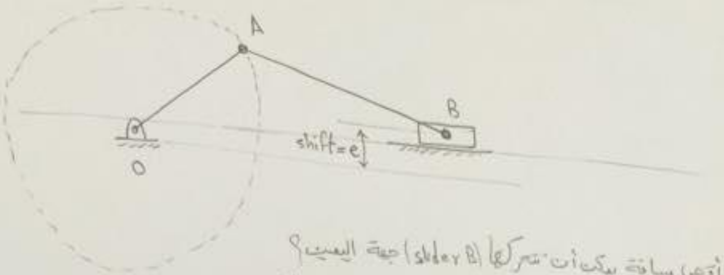


For Driven



For Driver

Ex2



أقصى مسافة يمكن أن يتحركها (slider B) جهة اليمين؟

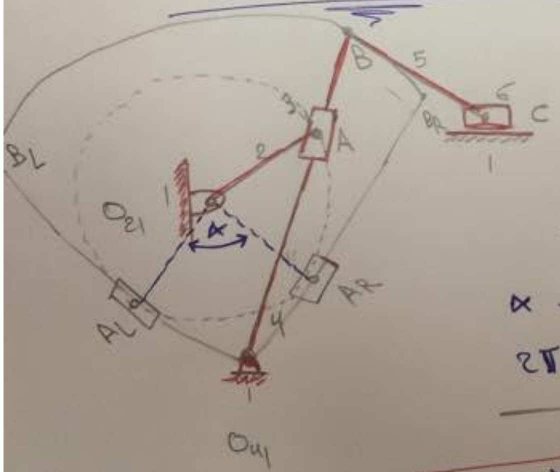
← عندما تكون B ، A ، O على استقامة واحدة جهة اليمين

والعكس جهة اليسار.

★ هل المسافة B_R B_L يساوي 2R ؟ لا ....

مهم

★ Quick - Return Mechanism (Q.R.M)



أقصى نقطة يمكن أن يتحركها link 4 جهة اليمين؟

← عندما يكون مماس لدائرة التي مركزها O_{21} من جهة اليمين (A_R).

والعكس جهة اليسار عند الموضع (A_L).

الإزاحة

$\alpha \rightarrow$ Return ~~time~~ Disp.

$2\pi - \alpha$ = cutting (working) ~~time~~ Disp.

زمن الرجوع → $T_r = \dfrac{\alpha}{\omega_r}$

زمن القطع → $T_c = T_w = \dfrac{2\pi - \alpha}{\omega_c}$

حيث ; $\omega_r = \omega_c$

$$\text{Time ratio} = \lambda = \frac{T_c}{T_r} = \frac{\frac{2\pi - \alpha}{\omega_c}}{\frac{\alpha}{\omega_r}} = \frac{2\pi - \alpha}{\alpha}$$